

## 明 細 書

### クレーン及びそのコントローラ

### 技術分野

[0001] 本発明はクレーンの制御に関し、特に、クレーンで搬送する荷の搬送時及び搬送後に残る荷の振れを最小に抑制するようにクレーン駆動装置を制御することに関する。

### [0002] 背景技術

クレーンは荷の搬送用として広く用いられており、クレーンでの荷の搬送時には、荷物の振れを抑えるため、操縦者は頻繁に作動スイッチの接続・切断を繰り返す熟練の操作が必要であった。しかも、振れが生じると振れが止まるまで、次の作業まで待つ必要があり、荷崩れなどの安全面でも問題が生じることがあった。よって、クレーンの振れ止めは業界にとって大きな課題である。

[0003] このため、様々な振れ止めに関する改良がされている。例えば、特開2000-38286号は、荷役する荷の位置の画像を撮るモニタ手段と、このモニタ手段の出力を画像処理して前記荷の距離情報を含む情報を演算する画像処理手段と、この画像処理手段からの出力を入力してクレーンブーム角度を検出する角度検出手段と、前記画像処理手段からの距離情報及び前記角度検出手段からのクレーンブーム角度情報によりクレーンブームの動作を制御して巻上・引き込み・旋回による荷の搬送軌道を多角形直線とするクレーン原動手段とを有することを特徴とする旋回クレーンの振れ止め装置が開示されている。

[0004] しかし、上記の特許文献からも明らかなように、従来の振れ止めに関する改良は、例えば、モニタ手段、角度検出手段等が必要であり、装置の構成が複雑になっていた。

### [0005] 発明の開示

本発明は上記の問題に鑑みてなされたもので、その目的は、簡単な構成でも、熟練を要することなく、クレーンのロープによって吊り下げられた荷を第1位置から第2位置まで搬送する時点で発生する荷の振れを抑制するクレーンシステム及びそのコントローラ、あるいは、制御システムを提供することにある。

- [0006] 上記目的を達成するために、本発明は、クレーンのロープにより吊り下げられた荷を第1位置から第2位置まで搬送した時点で発生する荷の振れを抑制するために、クレーンのロープ長に関する信号から荷揺れを生じさせないようにフィードフォワード制御により変換された信号をクレーン制御装置に入力するものである。
- [0007] 本発明において、クレーン制御装置は、クレーンの種類に応じて、クレーンのブーム、ガーダ、トリ等要素を駆動するための、即ち、クレーンの種類に応じて、そういった要素を旋回、起伏、走行させ制御するための装置をいう。
- [0008] 本発明の第1の局面において、フィルタ部を有するコントローラをフィードフォワード制御プログラムによって作動させることによって、クレーンのロープにより吊り下げられた荷を第1位置から第2位置まで搬送した時点で発生する荷の振れを抑制するようにクレーン駆動装置を制御する方法であって、ロープの振れの回転中心から荷の重心までの距離であるロープ長から逐次演算される共振周波数と、クレーン駆動装置の性能を超えないように予め別途演算されたクレーン駆動装置の制御装置に関するパラメータとの下に、荷の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加減速度の少なくとも1つのものにおける最大値を制限した搬送指令から共振周波数付近の成分をフィルタ部により除去し、該共振周波数付近の成分が除去された搬送指令をクレーン駆動装置に入力して荷を第1位置から第2位置まで搬送した時点で大きく振れないようにクレーン駆動装置を制御するクレーン駆動装置の制御方法が提供される。
- [0009] 本発明の第2の局面において、フィルタ部を有するコントローラをフィードフォワード制御プログラムによって作動させることによって、クレーンのロープにより吊り下げられた荷を第1位置から第2位置まで搬送した時点で発生する荷の振れを抑制するようにクレーン駆動装置を制御する制御システムであって、ロープの振れの回転中心から荷の重心までの距離であるロープ長を演算するロープ長検出部と、ロープ長におけるロープの共振周波数を演算する共振周波数演算部と、搬送指令付与装置によって付与される荷に関する搬送指令を発信する搬送指令発信手段と、クレーン駆動装置の性能を超えないようにクレーン駆動装置の制御装置に関するパラメータを予め演算するパラメータ演算部と、パラメータ演算部からパラメータを受信し記憶するパラ

メータ記憶部と、パラメータ記憶部からのパラメータの下に搬送指令発信手段からの荷の搬送指令の搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度の少なくとも1つのものにおける最大値を制限する最大値制限部と、共振周波数演算部から共振周波数を受信し、パラメータ記憶部から得たパラメータの下に、最大値制限部による最大値が制限された搬送指令から共振周波数付近の成分を除去し、共振周波数付近の成分が除去された搬送指令をクレーン駆動装置に入力するフィルタ部とを含んでなるクレーン駆動装置の制御システムが提供される。

[0010] また、本発明の第3の局面において、上記第1の局面の方法及び第2の局面の制御システムに用いるフィードフォワード制御プログラムを記述した媒体が提供される。

[0011] 上記第1の局面の方法及び第2の局面の制御システムは、ジブ(旋回)クレーン、タワークレーン、トラッククレーン、ホイールクレーン、ラフテレーンクレーン、クローラクレーン、及びデリックなどのジブ構造を持つクレーン、並びに、クレーンガータ及び場合によっては、トロリ(台車)を有する天井クレーン、橋形クレーン等に適用することができる。

[0012] 本発明においてフィルタ(あるいはフィルタ部)とは、入出力端子を一組備え、その間の伝達関数が周波数特性を持つ回路(部分)をいう。

[0013] また、本発明においてフィードフォワード制御法とは、制御対象に加える操作量を予め決められた値に調節することにより、出力が目標値になるようにする制御法である。この制御法は、制御対象の入出力関係や外乱の影響などが明確な場合には性能の良い制御を行うことができる。

[0014] またなお、本発明における加々速度とは、加速度の時間に関する変化率(次元は $L/T^3$ )である。ここで、 $L$ は長さの次元、 $T$ は時間の次元である。

[0015] ところで、本発明のように荷の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち1つ以上のものにおける最大値を制限することにより、クレーン駆動装置について特に加速度の性能を超えないことを明確にすることができる。

[0016] また、本発明のように荷の搬送指令をフィルタリングして共振周波数の成分を除去することにより、検出したロープ長に誤差が含まれている場合でもクレーン駆動装置の制御器の制御性能が大きく劣化するのを防ぐことができる。

- [0017] 本発明の第4の局面において、クレーンブームを旋回させる旋回モータと、この旋回モータの回転方向及び速度をコントロールする旋回モータ制御装置と、ロープの巻上巻下を行う巻上モータと、前記巻上モータの回転方向及び速度をコントロールする巻上モータ制御装置とを備えたクレーンであって、現在のロープ長を検出する検出装置と、旋回モータ制御装置及び巻上モータ制御装置に電氣的に接続されるコントローラとをさらに備え、コントローラは、ロープ長の信号から第1位置から第2位置まで搬送した時点で荷揺れを生じさせないフィードフォワード制御により変換された信号を前記旋回モータ制御装置に出力するクレーンが提供される。
- [0018] 第4の局面のクレーンは、クレーンブームを起伏させる起伏モータと、該起伏モータの回転方向及び回転速度をコントロールするためにコントローラに電氣的に接続された起伏モータ制御装置を更に備え、コントローラは、ロープ長の信号から前記第1位置から前記第2位置まで搬送した時点で荷揺れを生じさせないフィードフォワード制御により変換された信号を前記起伏モータ制御装置に対しても更に出力することができる。コントローラは、既存クレーンに後付けすることが可能である。
- [0019] 本発明の第5の局面において、クレーンのブームを旋回及び起伏させる旋回モータ及び起伏モータと、前記旋回モータの回転方向と速度を制御する旋回モータ制御装置と、前記起伏モータの回転方向と速度を制御する起伏モータ制御装置を備えた既存のクレーンに後付けされるクレーン用のコントローラであって、クレーンのロープ長信号のみを入力可能であり、このロープ長信号から外乱のない状態で荷を第1位置から第2位置まで搬送した時点で荷揺れを生じさせないようにフィードフォワード制御により変換された信号を前記旋回モータ制御装置及び前記起伏モータ制御装置に出力するクレーンシステム用のコントローラが提供される。
- [0020] 本発明の第4及び第5の局面のクレーンは、ジブ(旋回)クレーン、タワークレーン、トラッククレーン、ホイールクレーン、ラフテレーンクレーン、クローラクレーン、つち形クレーン(ハンマヘッドクレーン)及びデリックなどのジブ構造を持つクレーンである。
- [0021] 本発明の別の特徴、構成は以下の図面に関して後に説明する実施形態から明白になるであろう。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]図1は、本発明のクレーンシステムの実施形態を示す概略図である。

[図2]図2は、図1のクレーンの振れを制御する制御装置の第1実施例を示すブロック図である。

[図3]図3は、図1のクレーンシステムによりなされた荷の搬送速度を本発明を用いない場合と比較して示すグラフ(横軸に時間を取り、縦軸に搬送速度をとったもの)である。

[図4]図4は、図1のクレーンシステムによりなされた荷の振れを、本発明を用いない場合と比較して示すグラフ(横軸に時間を取り、縦軸に荷の振れをとったもの)である。

[図5]図5は、図1のクレーンの振れを制御する制御装置の第2実施例を示すブロック図である。

[図6]図6は、本発明を実施するための別のクレーン(天井クレーン)を示す概略斜視図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0023] 以下、本発明の実施態様について図に基づき詳細に説明する。

[0024] 最初に図1及び図2に基づき本発明を実施するクレーンの第1の実施形態を説明する。

[0025] 図1は、本発明のクレーンの1つの実施態様を示す概要図である。図2は、図1のクレーンの駆動装置を制御するシステムを示すブロック図である。

[0026] 図1において、クレーン20は、荷22に係合されて荷を吊り下げるロープ21と、該ロープを巻上げ巻下げする巻上ドラム(図示省略)と、ブーム24と、該ブームを起伏させる起伏モータ32と、ブーム24を旋回させる旋回モータ33と、前記図示省略の巻上ドラムを回転させてロープ21を巻上げ巻下げする巻上モータ34を備えている。これらのモータは電動機又は油圧モータとすることができる。

[0027] 起伏モータ32、旋回モータ33及び巻上モータ34は、それぞれの制御装置に電氣的に接続されている。すなわち、起伏モータ32はブーム24の起伏及びその速度をコントロールする起伏モータ制御装置35を備え、旋回モータ33はブーム24の旋回方向及びその速度をコントロールする旋回モータ制御装置36を備えている。起伏モータ制御装置35及び旋回モータ制御装置36は、コントローラ3に電氣的に接続されて

いる。コントローラ3はコンピュータとすることができ、巻上モータ制御装置37及び受信機39に接続されている。

- [0028] なお、ロープ21は吊り具23(例えば、ロープ21の先端に取り付けられたフック、その他必要な玉掛けワイヤ、ターンバックル等)を用いて荷に係合されるが、本明細書において、荷とは、搬送目的の実際の荷及び／又は吊り具のことをいう。また、本明細書において、図1に示すロープ長Lは、ブームの先端におけるロープ21の振れの回転中心(これは、例えば、旋回クレーンではシーブと呼ばれる)から荷の重心までの距離をいう。
- [0029] クレーン20はまた、図2に示すように、ロープ長検出部1、搬送指令発信装置2を備える。コントローラ3は、本実施形態においては図2に示すように共振周波数演算部4、最大値制限部5、フィルタ部6を備える。前記ロープ長検出部1と、コントローラ3と、パラメータ演算部8は、全体として、制御システムを構成する。
- [0030] ロープ長検出部1は、ロープ21に吊した荷の荷振れの回転中心から荷の重心までの距離を測定する構成をいう。その詳細な手段は問わない。例えば、公知のエンコーダ、レーザー距離計等を用いることができる。
- [0031] 荷の搬送指令とは、クレーンの操縦者が荷の搬送のためにクレーンのブームの起伏、旋回させ(あるいは、後に図6に関して説明する天井クレーン等ではガーダ、トロリを走行させ)、あるいは、巻上モータを作動させるためにボタンなどを押し続けることにより発生する指令信号をいう。
- [0032] なお、定点への搬送の場合には別途設けられたコンピュータからの入力信号によって入力される指令をいう。
- [0033] 例えば、本実施形態では、巻上モータ制御装置37、起伏モータ制御装置35及び旋回モータ制御装置36に対する荷の搬送指令をいう。この指令は、クレーンの種類により異なり、また、搬送をすべて自動で行うか、操縦者がクレーン操縦を行うかにより異なる。
- [0034] 本実施例においては、図1に示すように、受信機39が操作ボックス38に有線又は無線接続されており、操作ボックス38は、荷22の搬送に係る所定条件の下に、荷22の搬送指令を入力する搬送指令入力装置(搬送指令付与装置)であり、受信機39は

、図2に示すように、コントローラ3に搬送指令を発信する搬送指令発信装置2である。上述したように、搬送指令入力装置と搬送指令発信装置を共にコンピュータとすることができる。

[0035] クレーン20のクレーン駆動装置9としての電動機32, 33の制御装置35, 36にコントローラ3が電氣的に接続してあり、このコントローラ3は、図1に示すように、ロープ検出部(又は計測部)1の検出結果に基づきロープ21のロープ長における共振周波数を検出する共振周波数演算部4と、パラメータ記憶部7と、該パラメータ記憶部7のデータの下に搬送指令発信装置2からの荷22の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち少なくとも一つ以上のものにおける最大値を制限する最大値制限部5と、パラメータ記憶部7からのパラメータの下に、共振周波数演算部4の演算結果である共振周波数付近の成分を最大値制限部5の結果から除去し、共振周波数付近の成分が除去された搬送指令をクレーン駆動装置9に入力するための、即ち、荷22を第1位置から第2位置まで搬送した時点で発生する荷22の振れを抑制するためにクレーン駆動装置9の駆動条件を演算してクレーン駆動装置に入力するためのフィルタ部6とを含む。

[0036] 制御システムのパラメータ演算部8は、クレーン駆動装置9の性能を超えないようにクレーン駆動装置9の制御装置に関するパラメータを予め演算し、コントローラ3のパラメータ記憶部7は、パラメータ演算部8の演算結果を記憶していてクレーン駆動装置9の制御装置35, 36, 37に関するパラメータを最大値制限部5およびフィルタ部6にそれぞれ出力する。

[0037] なお、パラメータには最大値を制限するものとフィルタ部用のものがある。

[0038] コントローラ3の上記各部間の動作はフィードフォワード制御プログラムによって実行される。本実施例において、前記フィードフォワード制御プログラムは記憶媒体(メディア)に記録されており、制御システムは、この記憶媒体を用いるように構成されている。

[0039] 図1に示すように、荷22をロープ21の下端に掛止した後、巻上げドラムを所要時間回転させて荷22を吊上げた後、荷22を第1位置から第2位置まで搬送する作用について以下に説明する。巻上げドラムを所要時間回転させて荷(被搬送物)22を吊し

上げると、ロープ長検出部1がこの時点でのロープ長を検出してその結果をコントローラ3の共振周波数演算部4に入力する。すると、共振周波数演算部4はロープ21の共振周波数を演算してこの演算結果をフィルタ部6に入力する。

[0040] 一方、搬送指令付与装置38から搬送指令発信装置2に荷22の搬送指令が入力されると、搬送指令発信装置2は荷22の搬送指令を最大値制限部5に発信する。すると、最大値制限部5は、クレーン駆動装置9の性能を超えないための制御装置35、36、37に関するパラメータをパラメータ記憶装置7から読み出しながら、搬送指令発信装置2からの荷22の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち少なくとも一つ以上のものの最大値を制限した後その演算結果をフィルタ部に入力する。

[0041] これに伴い、フィルタ部6は、クレーン駆動装置9の性能を超えない制御装置35、36、37に関するパラメータをパラメータ記憶装置7から読み出しながら、ロープ長から逐次演算される共振周波数の下に、クレーン駆動装置9に与える搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうち1つ以上のものにおける最大値を制限した搬送指令をフィルタリングして共振周波数の成分を除去し、こうして搬送指令をフィルタリングした指令をクレーン駆動装置9に入力する。これにより、荷22を第1位置から第2位置まで搬送した時点で荷22が大きく振れないようにクレーン駆動装置9を駆動しかつ制御することができる。

[0042] 上記フィルタ部6による演算は次に述べる理論にしたがって行われる。すなわち、フィルタ部6に入力される時系列データを $x(t)$ 、フィルタ部6から出力される時系列データを $y(t)$ とすると、フィルタは式(1)で示すことができる。

式1

[0043]

$$y(t) = b_0(f)x(t) + b_1(f)x(t-1) + b_2(f)x(t-2) + \dots - a_1(f)y(t-1) - a_2(f)y(t-2) - \dots$$

$$y(t) = \sum_{j=0}^n b_j(f)x(t-j) - \sum_{i=1}^n a_i(f)y(t-i)$$

ここで $a_i(f)$ 、 $b_j(f)$ はロープ21のロープ長から逐次演算される共振周波数を媒介とするパラメータである。

[0044] なお、ロープ長 $L$ の共振周波数 $f$ は $\sqrt{g/L}$ となる(ここで、 $g$ を重力加速度)。そして、



この共振周波数 $f$ は共振周波数演算部4によって演算される。

[0045] またなお、 $x(t-i)$ は制御周期前に入力された時系列データであり、 $y(t-i)$ は制御周期前に出力された時系列データである。

[0046] なお、項目数 $m$ および $n$ は、フィルタの構成によって任意に決めることができるが、予め決めておく必要がある。例えば一次のローパスフィルタの場合には $m=0$ 、 $n=1$ を、二次のローパスフィルタの場合には $m=0$ 、 $n=2$ を、またノッチフィルタの場合には $m=2$ 、 $n=2$ をそれぞれ予め決め、決めた項目数 $m$ および $n$ をパラメータ記憶装置7およびパラメータ演算部8に入力しておく。

[0047] またなお、パラメータ $a_i(f)$ 、 $b_j(f)$ は、パラメータ演算部8によって予め演算しておく必要があり、パラメータ演算部8を用いて、その値を少しずつ変化させながら、クレーンの特性を表現するモデルを用いたシミュレーションにより繰り返し演算して決める。

[0048] このときの制約条件は、クレーン駆動装置9に与える搬送指令の最大速度が、クレーン駆動装置9(モータ32, 33, 34)の最大速度を超えないこと、クレーン駆動装置9に与える搬送指令におけるそれぞれの最大値がクレーン駆動装置9の最大値制限を超えないこと、上記の二つの条件を満たし搬送時間が最短となるものであることである。

[0049] なお、式(1)は下式(2)で示すフィルタの伝達関数に対してZ変換を行うことにより得ることができる。

式2

[0050]

$$F(S) = \frac{Y(S)}{X(S)} = \frac{b_0(f)S^0 + b_1(f)S^1 + b_2(f)S^2 + \dots}{a_0(f)S^0 + a_1(f)S^1 + a_2(f)S^2 + \dots} = \frac{\sum_{j=0}^m b_j(f)S^j}{\sum_{i=0}^n a_i(f)S^i}$$

ここで、 $S$ はラプラス演算子である。

[0051] このようにして、搬送指令発信装置2からの搬送指令は、図3に示すように変化する。図3において、搬送速度が一定の直線は搬送指令発信装置による搬送指令であり、台形状の直線は最大値制限部による制限を行ったときの搬送指令であり、曲線はフィルタによるフィルタリング処理を行ったときの搬送指令である。

- [0052] これに伴い、フィルタ部6は、クレーン駆動装置9の性能を超えないように予め別途演算されたクレーン駆動装置9の制御装置に関するパラメータの下に、クレーンの駆動装置に与える搬送速度、搬送加速度および搬送加減速度のうち1つ以上のものにおける最大値を制限した搬送指令をフィルタリングして共振周波数の成分を除去した後、クレーン駆動装置に入力する。この結果、図4に示すように荷22の振れは抑制される。
- [0053] 次に、図1に示すクレーンシステム20のコントローラ3の別の実施例を図5に示す。
- [0054] 図5に示すように、ロープ長Lに対応する信号は、ロープ長検出算部1(図2)からコントローラ3に供給される。コントローラ3は、ロープ長の信号のみから外乱のない状態で荷揺れを生じさせないフィードフォワード制御により変換された信号を、旋回モータ制御装置36及び起伏モータ制御装置35に出力する。
- [0055] さらに、ここで巻上モータ制御装置37は、巻上モータ34の回転方向及び速度をコントロールし、コントローラ3へロープ長に対応する信号を出力する、例えば、インバータである。
- [0056] 次に作動について説明する。操縦者は操作ボックス38によって操作する。本実施例のクレーンでは、クレーン駆動はロープ巻上、クレーンブームの旋回と起伏である。
- [0057] 操縦者が操作ボックス38によって操作した信号のうち、ロープ巻上信号は、受信機39を介して、コントローラ3を介さずに直接的に巻上モータ制御装置37及び巻上モータ34を作動させロープ長Lを変える。
- [0058] 一方、操縦者が操作ボックス38にて操作した信号のうち、クレーンの旋回、起伏の信号は、受信機39を介して、かつ、コントローラ3によりロープ長から荷振れを生じさせないフィードフォワード制御により変換された信号を、旋回モータ制御装置36及び起伏モータ制御装置35に与え、各々、旋回モータ33の旋回方向及び速度、また、起伏モータ32の起伏方向及び速度を制御する。
- [0059] このようにして、従来のクレーンにロープ長信号を与える演算部と後付のコントローラ3を付加するだけでクレーンの荷振れを生じさせないことができた。
- [0060] なお、本実施例では、旋回モータ3の回転方向及び速度、また、起伏モータ32の起伏方向及び速度を制御したが、起伏機構を持たないクレーンの場合には、旋回モ

ータ33のみをロープ長からのみの信号を変換して旋回を制御すればよいことは言うまでもない。また、本実施例において、クレーンは起伏モータ32、旋回モータ3及び巻上モータ34を備えたクレーンを用いたが、起伏モータ32は必ずしも必要ではない。

- [0061] また、本実施例では、旋回モータ制御装置36及び起伏モータ制御装置37にインバータを使用した、システムを安価にするために、インバータを使用せずに、速度の段階的制御(例えば2段階制御)を用いることも可能である。
- [0062] なお、後付けでなく初めから、コントローラ3を付けることも可能である。
- [0063] 次に、本発明のフィードフォワード制御に用いる図5のコントローラ3を詳細に説明する。コントローラ3は、ロープの巻上巻下を調整する巻上モータ37を備えたクレーンにフィードフォワード制御法を適用したプログラムによって作動するコンピュータを用いている。このコントローラ3は、荷22の搬送の搬送指令を入力発信する搬送指令入力発信装置から入力された信号と、ロープ長検出部の検出結果に基づいた入力された信号とを入力信号として用いている。荷22の搬送指令は、巻上、旋回及びクレーンの種類により起伏の指令がある。
- [0064] そして、コントローラ3は、ロープ長検出部の検出結果に基づき荷22を吊り下げたロープ21の共振周波数を演算する共振周波数演算部4を具備し、また、搬送指令入力発信装置から入力された旋回及び起伏に関する信号を用いて、搬送指令入力発信装置からの荷22の搬送指令を制限する最大値制限部5a, 5bを具備している。さらに、フィルタ部6a, 6bを具備しており、これによって、共振周波数演算部4及び最大値制限部5a, 5bの演算結果に基づき、荷22を所望位置まで搬送した時点で発生する荷22の振れを抑制するためにクレーンの駆動条件を演算している。
- [0065] そして、コントローラ3は、旋回及び起伏のそれぞれのモータに対してクレーン駆動条件を出力する出力発信手段を具備している。
- [0066] 次に、本発明に用いるフィードフォワード制御に用いるコントローラの作動について詳細に説明する。
- [0067] 操縦者が荷22の搬送の搬送指令を入力発信する搬送指令入力発信装置である操作ボックス38及び受信機39を介してコントローラに搬送指令を入力する。コントロ



ーラ内部では、搬送指令入力発信装置から入力された信号に基づき最大値制限部5a, 5bにより搬送指令の速度、加速度及び加々速度のなどの搬送条件のうちいずれか1つ以上のものの最大値を制限する。また、共振周波数演算部12によりロープ長を検出する検出装置の検出結果に基づきロープの共振周波数を演算する。

[0068] また、最大値制限部5a, 5bの演算結果と、共振周波数演算部12の演算結果とを用いて、フィルタ部6a, 6bにより所望位置まで搬送した時点で残る荷の振れを抑制する信号を演算する。

[0069] ここで荷の振れを抑制する信号とは、ロープ長信号のみを入力として演算された共振周波数を除去するフィルタ部6a, 6bに、搬送条件の信号を通過させたフィードフォワードの信号である。

[0070] また、ここでフィルタ部6a, 6bは、ローパス、ハイパス、バンドパス、ノッチなどのフィルタをクレーンに合わせて組合せることにより実現しており、クレーンの力学モデルを用いた信号変換をしていない。

[0071] このため、入力信号が簡単で、大まかであっても、確実に簡単に振れを抑制することができる。

[0072] そして、制御装置35, 36, 37は、各々のモータ32, 33, 34に対してクレーン駆動条件を出力する出力発信装置を具備している。

[0073] なお、制御対象の外乱の影響などが不明確な場合にはフィードフォワード制御に加えてフィードバック制御を追加すればよい。

[0074] 以上、ブームを有するクレーンとその荷の揺れを抑制する制御に関して説明したが、こういった制御を同様に図6に示す天井クレーンに適用することができる。

[0075] 図6に示す実施形態の天井クレーン40は天井近くに設けられた離間した対のレール41上を車輪42を介して走行するものであり、クレーン40は車輪42に取り付けられレール41の延伸方向(両矢印で示す)に走行可能なガーダ43と、該ガーダ43の下面に取り付けられ別の両矢印で示すようにガーダ43に関して横方向に可動するトロリ44と、トロリ44から巻き上げ巻き下げ可能に懸下され荷22を吊るためのロープ21を有する。公知のように、ガーダ43の走行はガーダ43に取り付けられた走行モータによってなされ、トロリ44の横行はトロリ44に取り付けられた横行モータ(図示省略)によ

ってなされ、ロープ21の巻上巻下はトロリ44に取り付けられた巻上モータ(図示省略)でなされる。

- [0076] これらのモータ及びそれらの制御装置(図示省略、図1の35, 36, 37に相当するもの)が図2に示すクレーン駆動装置9である。また、図5に示すブーム旋回指令と起伏指令を図6に示す天井クレーン40のガーダ走行指令とトロリ横行指令にそれぞれ置き換えることにより、上述した制御が全く同様に天井クレーン40に適応できることは明白である。
- [0077] なお、図6の天井クレーンは横行トロリを有していたが、このトロリを設置しないこともでき、その場合、ロープ巻上モータはガーダに取り付けられる。
- [0078] また、トロリ及びロープ巻上モータを設けずに、一定の長さを有するロープとすることもできる。この場合、ロープ長に関する信号は一定となる。
- [0079] 以上、本発明の実施形態及び実施例を図に巻き上げ巻き下げ示して説明したが、これらの形態及び実施例は例示の目的であり、これらのものに限定するものではない。当業者にとって明白であるが、これらの形態及び実施例の変更、変形も可能であり、本発明はその技術的思想から逸脱することのない変更、変形を含むことを意図するものであり、本発明の範囲は請求の範囲から定められるものである。

## 請求の範囲

- [1] フィルタ部を有するコントローラをフィードフォワード制御プログラムによって作動させることによって、クレーンのロープにより吊り下げられた荷を第1位置から第2位置まで搬送した時点で発生する荷の振れを抑制するようにクレーン駆動装置を制御する方法であって、

ロープの振れの回転中心から前記荷の重心までの距離であるロープ長から逐次演算される共振周波数と、クレーン駆動装置の性能を超えないように予め別途演算されたクレーン駆動装置の制御装置に関するパラメータとの下に、荷の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度の少なくとも1つのものにおける最大値を制限した搬送指令から共振周波数付近の成分を前記フィルタ部により除去し、前記フィルタ部により前記共振周波数付近の成分が除去された搬送指令を前記クレーン駆動装置に入力して前記荷を前記第1位置から前記第2位置まで搬送した時点で前記荷が大きく振れないように前記クレーン駆動装置を制御するクレーン駆動装置の制御方法。

- [2] フィルタ部を有するコントローラをフィードフォワード制御プログラムによって作動させることによって、クレーンのロープにより吊り下げられた荷を第1位置から第2位置まで搬送した時点で発生する荷の振れを抑制するようにクレーン駆動装置を制御する制御システムであって、

前記ロープの振れの回転中心から前記荷の重心までの距離であるロープ長を演算するロープ長検出部と、

前記ロープ長における前記ロープの共振周波数を演算する共振周波数演算部と、搬送指令付与装置によって付与される荷に関する搬送指令を発信する搬送指令発信手段と、

前記クレーン駆動装置の性能を超えないようにクレーン駆動装置の制御装置に関するパラメータを予め演算するパラメータ演算部と、

前記パラメータ演算部から前記パラメータを受信し記憶するパラメータ記憶部と、前記パラメータ記憶部からの前記パラメータの下に前記搬送指令発信手段からの前記荷の搬送指令の搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度の少なくとも1つの

ものにおける最大値を制限する最大値制限部と、

前記共振周波数演算部から共振周波数を受信し、前記パラメータ記憶部から得た前記パラメータの下に、前記最大値制限部による前記最大値が制限された前記搬送指令から前記共振周波数付近の成分を除去し、前記共振周波数付近の成分が除去された搬送指令を前記クレーン駆動装置に入力するフィルタ部とを、  
含んでなるクレーン駆動装置の制御システム。

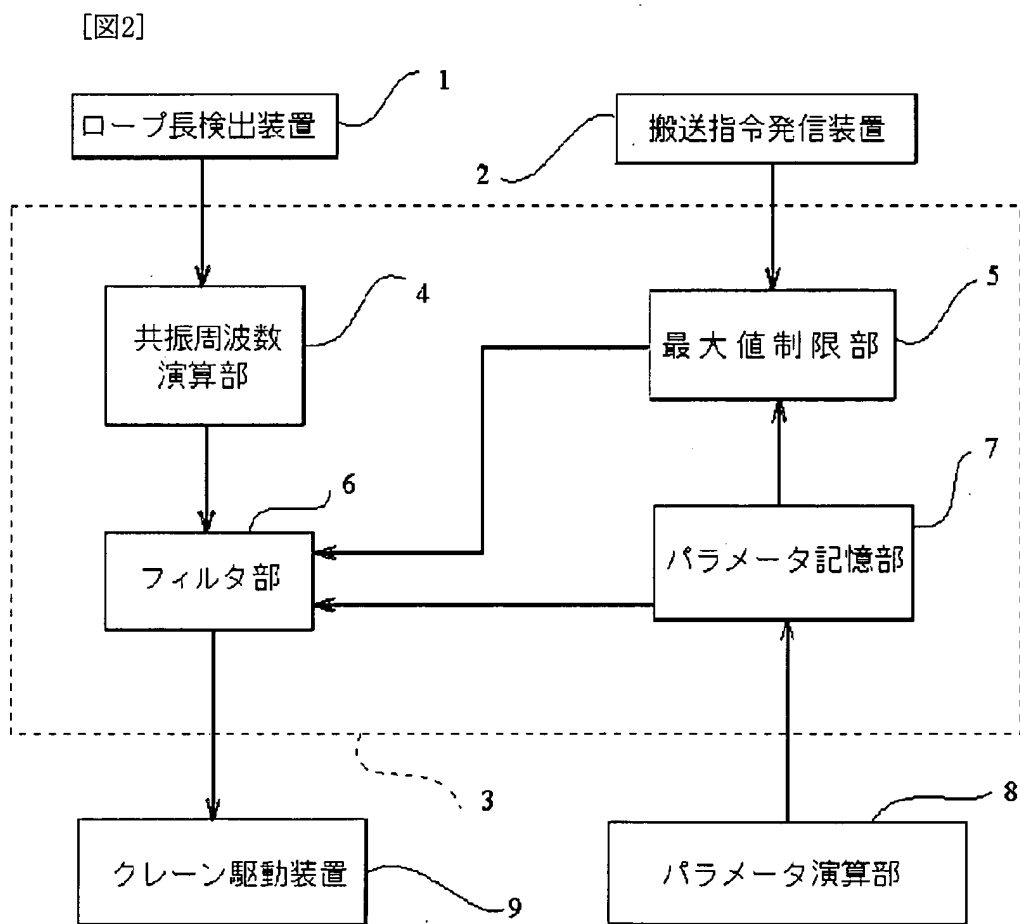
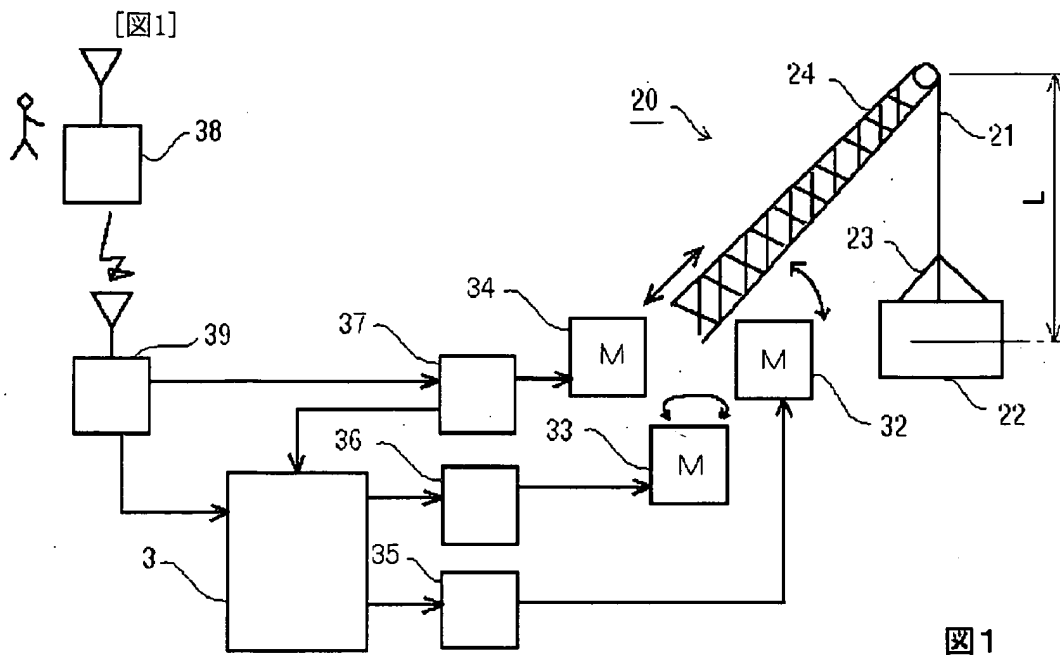
- [3] フィルタ部を有するコントローラにより、クレーンのロープによって吊り下げられた荷を第1位置から第2位置まで搬送した時点で発生する荷の振れを抑制するためにクレーン駆動装置を制御するフィードフォワード制御プログラムを記憶した媒体であって、  
前記フィードフォワード制御プログラムは、前記ロープの振れの回転中心から荷の重心までの距離であるロープ長から逐次演算される共振周波数と、前記クレーン駆動装置の性能を超えないように予め別途演算されたクレーン駆動装置の制御装置に関するパラメータとの下に、荷の搬送指令における搬送速度、搬送加速度および搬送加々速度のうちの少なくとも1つのものにおける最大値を制限した搬送指令から共振周波数付近の成分を前記コントローラの前記フィルタ部に除去させて該共振周波数付近の成分が除去された搬送指令を前記クレーン駆動装置に入力させるようにプログラムされている、前記フィードフォワード制御プログラムを記憶した媒体。
- [4] クレーンブームを旋回させる旋回モータと、この旋回モータの回転方向及び速度をコントロールする旋回モータ制御装置と、ロープの巻上巻下を行う巻上モータと、前記巻上モータの回転方向及び速度をコントロールする巻上モータ制御装置含むクレーンであって、  
現在のロープ長を検出する検出装置と、  
前記旋回モータ制御装置及び前記巻上モータ制御装置に電気的に接続されるコントローラであって、前記ロープ長の信号から第1位置から第2位置まで搬送した時点で荷揺れを生じさせないフィードフォワード制御により変換された信号を前記旋回モータ制御装置に出力するコントローラとを、  
さらに含んでなるクレーン。
- [5] 請求項4のクレーンであって、クレーンブームを起伏させる起伏モータと、該起伏モ



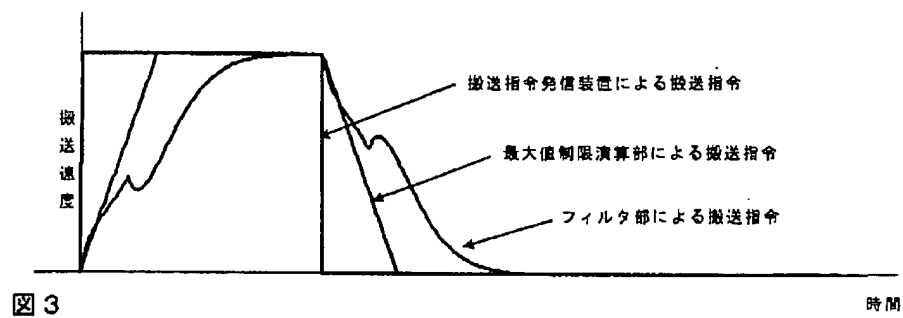
ータの回転方向及び回転速度をコントロールするために前記コントローラに電氣的に接続された起伏モータ制御装置を更に備え、

前記コントローラは、前記ロープ長の信号から前記第1位置から前記第2位置まで搬送した時点で荷揺れを生じさせないフィードフォワード制御により変換された信号を前記起伏モータ制御装置に対しても更に出力するクレーンシステム。

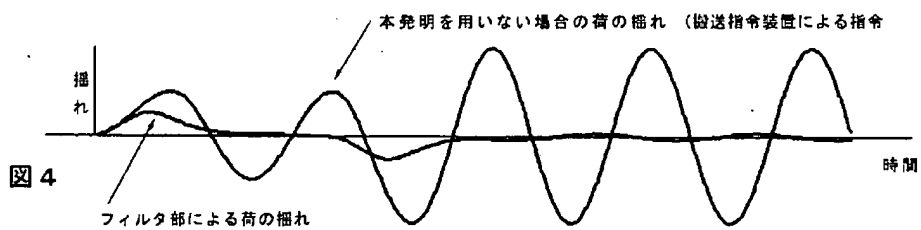
- [6] 前記コントローラは、既存クレーンに後付け可能である請求項4又は5に記載のクレーンシステム。
- [7] クレーンのブームを旋回及び起伏させる旋回モータ及び起伏モータと、前記旋回モータの回転方向と速度を制御する旋回モータ制御装置と、前記起伏モータの回転方向と速度を制御する起伏モータ制御装置を備えた既存のクレーンに後付けされるクレーン用のコントローラであって、クレーンのロープ長信号のみを入力可能であり、このロープ長信号から外乱のない状態で荷を第1位置から第2位置まで搬送した時点で荷揺れを生じさせないようにフィードフォワード制御により変換された信号を前記旋回モータ制御装置及び前記起伏モータ制御装置に出力するクレーンシステム用のコントローラ。



[図3]



[図4]



[図5]

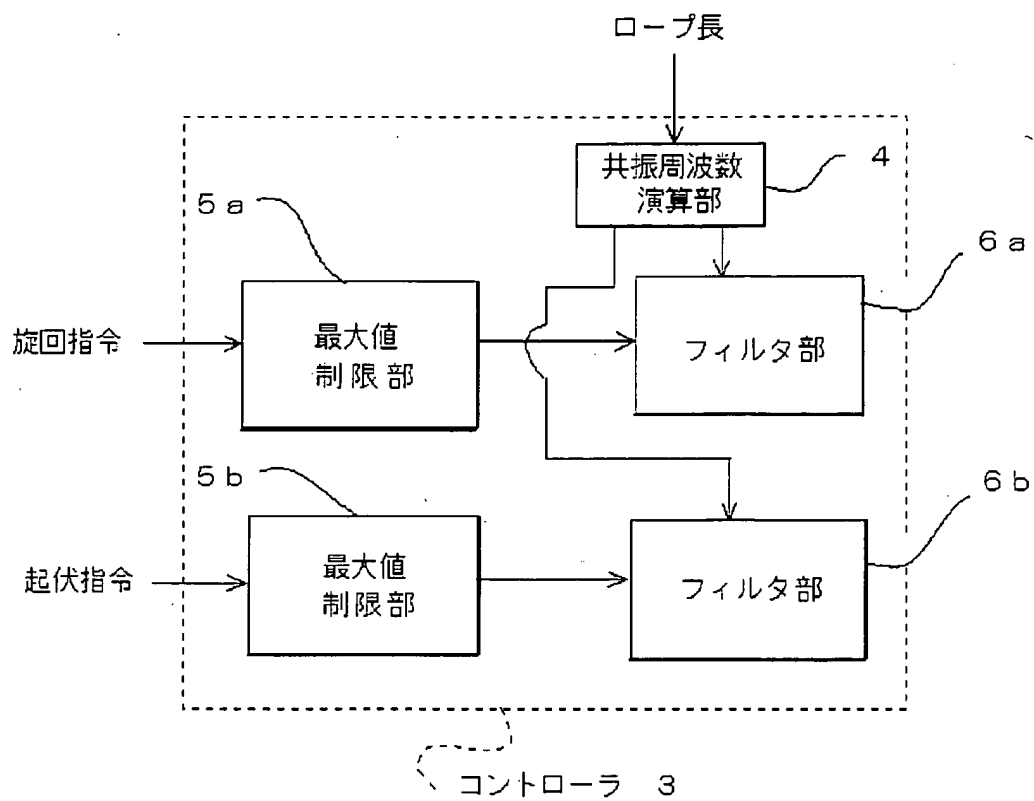


図 5

[図6]

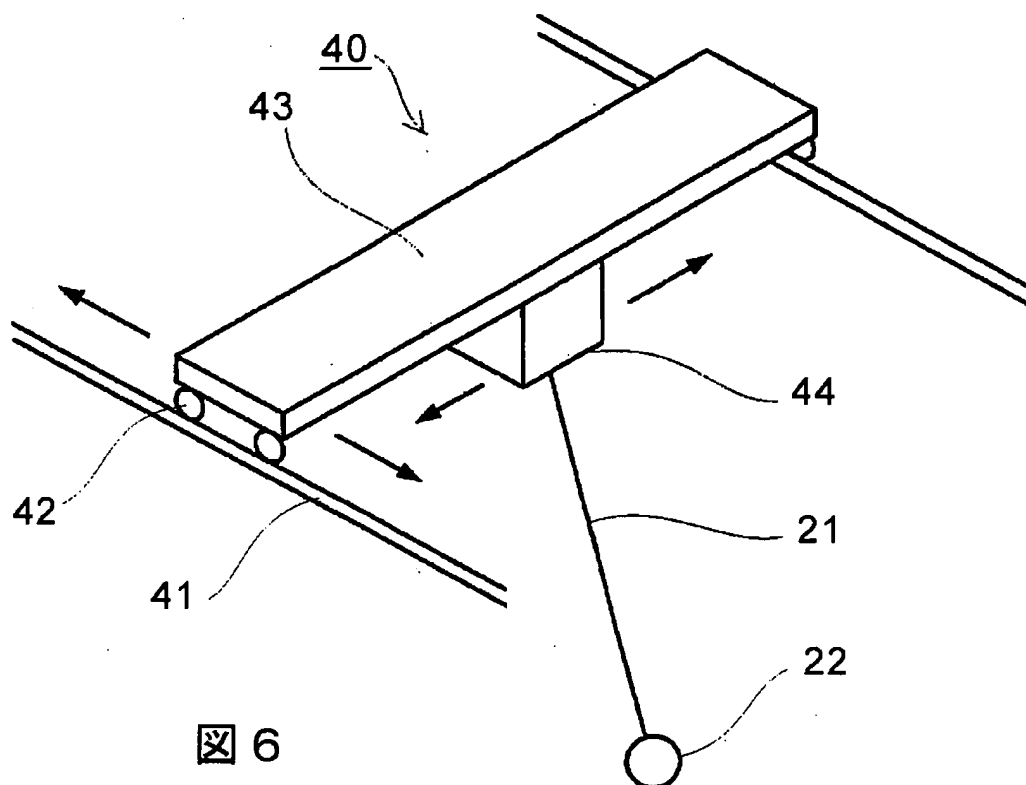


図 6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011259

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B66C13/06, B66C13/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B66C13/00-13/56

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6442439 B1 (Rush D. Robinett),	4-7
Y	27 August, 2002 (27.08.02), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-3
Y	JP 1-177982 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 14 July, 1989 (14.07.89), Claims; Fig. 2 (Family: none)	1-3
A	JP 8-253950 A (Yanmar Diesel Engine Co., Ltd.), 01 October, 1996 (01.10.96), (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
08 November, 2004 (08.11.04)Date of mailing of the international search report  
22 November, 2004 (22.11.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011259

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5908122 A (Rush D. Robinett), 01 June, 1999 (01.06.99), (Family: none)	1-7
A	WO 02/070388 A1 (NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE), 12 September, 2002 (12.09.02), & US 2002/0158036 A1 & EP 1373118 A & JP 2004-521839 A	1-7
A	WO 02/000543 A2 (SANDIA CORP.), 03 January, 2002 (03.01.02), & US 6496765 B1	1-7
A	Kiyoshi TAKAGI, Hidekazu NISHIMURA, "Tower Crane no tsurini Rope-cho Hendo ni Taisuru Kifuku Senkai Hoko no Gain Scheduled Bunsan Seigyo", Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers, Series C, 25 April, 2003 (25.04.03), Vol.69, No.680, pages 914 to 922	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl <sup>7</sup> B 66 C 13/06 B 66 C 13/22			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl <sup>7</sup> B 66 C 13/00 - 13/56			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1922-1996 日本国公開実用新案公報 1971-2004 日本国実用新案登録公報 1996-2004 日本国登録実用新案公報 1994-2004			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		関連する 請求の範囲の番号
X	US 6442439 B1 (Rush D. Robinett)		4-7
Y	27.08.2002, 全文, 第1-9図 (ファミリーなし)		1-3
Y	JP 1-177982 A (三菱重工業株式会社) 14.07.1989, 特許請求の範囲, 第2図 (ファミリーなし)		1-3
A	JP 8-253950 A (ヤンマーディーゼル株式会社) 01.10.1996 (ファミリーなし)		1-7
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 08.11.2004		国際調査報告の発送日 22.11.2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 植原 進 電話番号 03-3581-1101 内線 3351	

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 5908122 A (Rush D. Robinett) 01.06.1999 (ファミリーなし)	1-7
A	WO 02/070388 A1 (NATIONAL UNIV ERSITY OF SINGAPORE) 12.09.2002 & US 2002/0158036 A1 & EP 1373118 A & JP 2004-521839 A	1-7
A	WO 02/000543 A2 (SANDIA CORPORATION) 03.01.2002 & US 6496765 B1	1-7
A	高木清志, 西村秀和, タワークレーンの吊り荷ロープ長変動に対す る起伏・旋回方向のゲインスケジュールド分散制御, 日本機械学会 論文集 (C編), 25.04.2003, 第69巻, 第680号, 第914-922頁	1-7